

ÍNDICE

11.9	Programa de Monitoramento Limnológico e de Macrófitas Aquáticas	1/11
11.9.1	Justificativas.....	1/11
11.9.2	Objetivos	3/11
11.9.3	Público-alvo.....	3/11
11.9.4	Metodologia e Descrição do Programa	4/11
11.9.4.1	Metodologias Amostrais	7/11
11.9.4.2	Metodologia Amostral Água.....	7/11
11.9.4.3	Metodologia Amostral Plâncton	8/11
11.9.4.4	Metodologia Amostral Sedimento	9/11
11.9.4.5	Metodologia Amostral Macrófitas Aquáticas.....	9/11
11.9.5	Interface com Outros Programas.....	10/11
11.9.6	Responsável pela Execução do Programa.....	10/11
11.9.7	Cronograma	11/11

11.9 PROGRAMA DE MONITORAMENTO LIMNOLÓGICO E DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS

11.9.1 Justificativas

A UHE Santo Antonio do Jari será construída no rio Jari, a cerca de 150 km a montante da confluência com o rio Amazonas, na região entre os municípios de Laranjal do Jari (Amapá) e Almeirim (Pará). Para Margalef (1983) a composição química da água depende, além das características dos ecossistemas terrestres, do seu grau de conservação e das atividades humanas exercidas em diferentes segmentos do sistema, como por exemplo, construção de represas, que influenciam a qualidade da mesma.

A mitigação dos potenciais impactos causados pela construção da UHE Santo Antônio do Jari em relação à qualidade da água, devem considerar primeiramente alguns aspectos do empreendimento e da região que podem ser resumidos pelo prognóstico traçado na caracterização ambiental.

Os efeitos esperados para a Qualidade da Água, em decorrência da implantação da barragem da UHE Santo Antonio do Jari, podem ser considerados bastante reduzidas em função das características operativas da usina, tais como:

- Projeto de aproveitamento hidrelétrico em regime de fio de água;
- Baixo tempo de residência (36,4 horas);
- Sistema de Adução de Fundo;
- Barramento de pequena altura.

Tais condições, além de permitir a preservação da cachoeira de Santo Antônio, bem como de corredeiras e quedas de água localizadas a jusante do eixo da barragem, não permitirão a criação de um reservatório de acumulação, reduzindo os efeitos de cumulatividade temporal nos aspectos físicos, químicos e biológicos da água.

Localizado em áreas onde a densidade demográfica é baixíssima, o rio Jari não apresenta aspectos que determinem alterações muito significativas na qualidade da água, como ocupações urbanas ou atividades agropecuárias, somente as influências de clima, geologia, geomorfologia e

cobertura vegetal na região. Na medida em que a região não apresenta áreas antropizadas, além da cachoeira de Itapeuara, imediatamente à montante do trecho barrado, as únicas ocupações humanas são representadas pela vila de Iratapuru e a presença de núcleos de garimpo clandestinos ao longo do rio Jari e seus afluentes em regiões isoladas e de difícil acesso.

O presente programa apresenta ainda uma proposta de monitoramento das macrófitas aquáticas, que representam uma das comunidades mais produtivas e, através de sua atividade metabólica, são capazes de produzir grandes interferências no ambiente. Uma vez que suas infestações podem apresentar características prejudiciais para a utilização múltipla dos reservatórios artificiais, pois infestam as regiões marginais e menos profundas, promovendo limitações das atividades relacionadas ao lazer (pesca, navegação, esportes náuticos, entre outros), proliferação de insetos e outros organismos aquáticos indesejáveis, alterações na qualidade da água, mudanças em ambientes de proteção da ictiofauna e até limitação da produção de energia.

Por outro lado, as macrófitas aquáticas apresentam grande importância na dinâmica de ecossistemas aquáticos, seja pela participação na ciclagem de nutrientes, seja pelo fornecimento de variados nichos ecológicos, como abrigos para desova e proteção contra predadores para peixes e moluscos e fontes de recursos diversos para aves. Trata-se, dessa maneira, num dos compartimentos mais complexos dos ecossistemas aquáticos continentais, maximizado ainda mais pelo fato de constituir um ecótono entre o ecossistema terrestre e o aquático.

Desta forma, os principais impactos potenciais associados à implantação do empreendimento, identificados na Avaliação de Impactos Ambiental (AIA) estão diretamente associados à possibilidade de alteração da qualidade da água, em função da implantação das estruturas da barragem e das estruturas de desvio do rio, à formação do reservatório e alterações na vazão natural do rio.

As principais ações foram direcionadas para o monitoramento contínuo dos aspectos físicos, químicos e biológicos dos ecossistemas aquáticos, tais como:

- O monitoramento contínuo e integrado do reservatório, através de métodos de avaliação pertinentes e representativos, de forma a detectar eficientemente impactos que possam estar contribuindo para a degradação ambiental e da biota na área onde está inserido o empreendimento.

- Elaboração de um prognóstico confiável embasado em dados primários obtidos *in situ*, fornecendo dados ambientais pertinentes para um plano de manejo consistente, exequível e equilibrado, econômica e ambientalmente.
- A integração da tecnologia utilizada nas diversas etapas (metodologia de coleta, análise e interpretação dos resultados) do monitoramento permitirá a obtenção de um conjunto de informações ecológicas, fundamental ao controle ambiental da área a longo prazo.

11.9.2 Objetivos

O Programa de controle da qualidade da água, sedimento, plâncton, bentos e macrófitas possuem como objetivo geral fornecer subsídios para acompanhar as potenciais alterações ambientais na área resultantes da implementação da UHE Santo Antônio do Jari, através da definição de padrões da qualidade da água e sedimento nos mesmos doze (12) pontos amostrados na caracterização ambiental realizada para o Estudo de Impacto Ambiental, avaliando a alteração decorrente do represamento do rio. Desta forma, os objetivos específicos do projeto são:

- Caracterizar os pontos de amostragem, por meio de análises de água, sedimento e macrófitas aquáticas;
- Realizar as coletas e análises propostas no programa de monitoramento da qualidade da água, sedimento e macrófitas;
- Caracterizar as condições ambientais antes e após a conclusão das atividades de construção e durante o período de operação da UHE;
- Subsidiar outros programas ambientais que estejam sendo realizados na área.

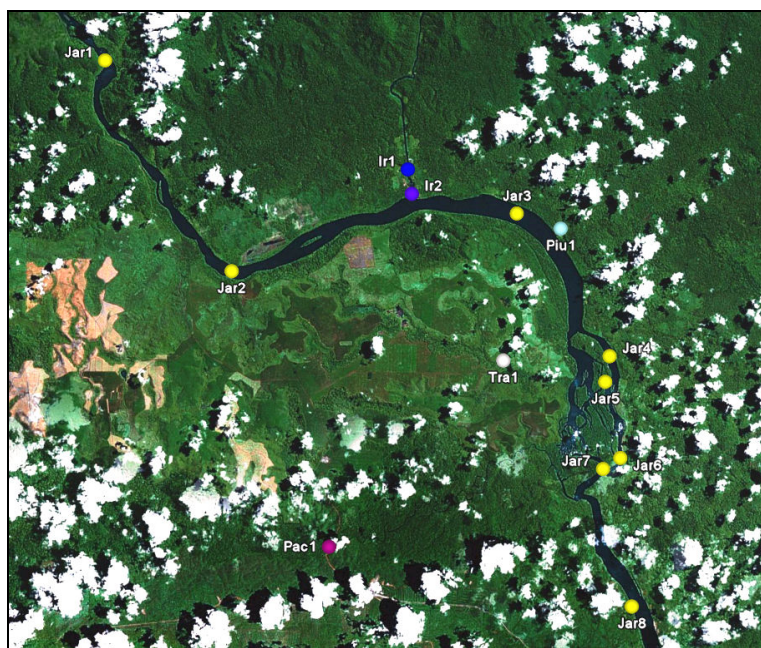
11.9.3 Público-alvo

Este Programa tem como Público-Alvo a comunidade residente no entorno do reservatório, assim como também a população que se utilizará diretamente do reservatório.

11.9.4 Metodologia e Descrição do Programa

O posicionamento das estações da malha amostral a ser adotada irá considerar o sentido da corrente do rio Jari, conforme apresentado na **Figura 11.9-1** a seguir, de acordo com o objetivo proposto, que é verificar a influência da construção da barragem na área estudada. Nesse contexto, serão posicionadas estações em diferentes distâncias da potencial fonte de impacto (a construção da UHE Santo Antônio do Jari), tanto à montante como à jusante.

As estações estão localizadas nos principais afluentes do rio Jari, duas estações no rio Iratapuru (Ir1 e Ir2), uma estação no rio Piunquara (Piu1) e uma no rio Traíra (Tra1), todos a montante da futura UHE, e uma estação no rio Pacanari (Pac1) a jusante da futura UHE (**Figura 11.9-1** e **Quadro 11.9-1**).



Fonte: Google Earth.

Figura 11.9-1 - Malha amostral implementada na Avaliação Ambiental na área da UHE Santo Antônio do Jari.

O cronograma de monitoramento visará um acompanhamento das estações trimestralmente durante a implantação da obra e durante 3 anos após a conclusão da obra da UHE Santa Antônio, também trimestralmente.

As localizações geográficas das estações de coleta no rio Jari se encontram no **Quadro 11.9-1** a seguir, sendo a estação 2 localizada no rio Iratapuru. Todas as coletas serão realizadas preferencialmente na região marginal das estações.

Quadro 11.9-1 - Estações amostradas com sua localização e coordenadas, e sua posição em relação à UHE Santo Antônio do Jari.

LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES				
ESTAÇÃO		LOCALIZAÇÃO	COORDENADAS (UTM -SAD-69 - ZONA 23)	
			S	W
Rio Jari	JAR1	Acima da área de influência do remanso e próximo à cachoeira de Itapeuara.	0° 31'37.03"S	52° 40'43.47"O
	JAR2	Entre as seções P13 e P11;	0° 35'43.45"S	52° 38'10.38"O
	JAR3	Entre o rio Iratapuru e o rio Piunquara, próximo à seção P3	0° 34'30.53"S	52° 32'36.06"O
	JAR4	A montante do eixo, próximo à escada de peixe	0° 37'17.16"S	52° 30'44.14"O
	JAR5	Estação bem a montante da cachoeira de Santo Antônio	0° 37'47.81"S	52° 30'48.83"O
	JAR6	Estação logo após a cachoeira de Santo Antônio; em frente a comunidade de Santo Antônio	0° 39'1.30"S	52° 30'31.12"O
	JAR7	A jusante do eixo, em frente ao cemitério	0° 39'30.84"S	52° 30'49.76"O
	JAR8	Em frente a comunidade de São José	0° 42'12.88"S	52° 30'13.36"O
Rio Iratapuru	IR1	No rio Iratapuru; jusante da vila de Iratapuru	0° 33'40.46"S	52° 34'45.00"O
	IR2	No rio Iratapuru; montante da vila de Iratapuru	0° 34'9.22"S	52° 34'39.94"O
Rio Piunquara	PIU1	No Rio Piunquara	0° 34'47.54"S	52° 31'44.10"O
Rio Traíra	TRA1	No Rio Traíra; acesso pela estrada	0° 37'24.54"S	52° 32'49.16"O
Rio Pacanari	PAC1	No Rio Pacanari; acesso pela estrada.	0° 41'7.98"S	52° 36'10.74"O

O Projeto de Monitoramento Ambiental deverá ser avaliado através de relatórios técnicos, a serem elaborados após a realização de cada campanha de amostragem, abrangendo os resultados obtidos através das análises realizadas. Estes resultados poderão subsidiar adequações no projeto ao longo de sua realização. Os relatórios deverão avaliar o desempenho do projeto através do cruzamento dos seus resultados com os objetivos e metas estabelecidos.

Uma vez que se trata de uma atividade de longa duração e estão previstas várias campanhas de monitoramento, os relatórios de campanha deverão ser acumulativos, no que se refere à comparação dos resultados. Não será necessário reapresentar resultados prévios, mas deverão ser apresentados tabelas e gráficos comparativos dos principais indicadores e resultados.

Conforme apresentado nos estudos ambientais (Leme, 1987), espera-se mudanças pouco significativas na qualidade da água, por ser o aproveitamento definido como sendo a fio d'água. No entanto, é possível que ocorram alterações limnológicas em decorrência do represamento da água.

Sendo a composição em nutrientes do corpo hídrico um fator determinante das comunidades bióticas que sobrevivem nesse ambiente, desde o plâncton até os peixes, aves e mamíferos

aquáticos, a exemplo das lontras e ariranhas, é de grande relevância o conhecimento deste compartimento da natureza.

Os parâmetros, selecionados segundo o programa, bem como sua importância e método analítico são apresentados do **Quadro 11.9-2** ao **Quadro 11.9-4**. Alguns parâmetros serão medidos diretamente no local de coleta (*in situ*), enquanto outros deverão ser analisados posteriormente em laboratório, através de metodologias analíticas de mensuração reconhecidas e aceitas, não somente pela legislação ambiental vigente, como amplamente utilizadas em diversos programas ambientais nacionais e internacionais.

Quadro 11.9-2 - Parâmetros Físico-Químicos selecionados para o monitoramento

PARÂMETROS DA ÁGUA		
PARÂMETROS	JUSTIFICATIVA	METODOLOGIA DE ANÁLISE
Temperatura	caracterização das massas de águas predominantes. Fundamental também para correlacionar com a biota e temperatura do ambiente	Termômetro
OD (Oxigênio Dissolvido)	indicador ambiental clássico para caracterização ambiental	Oxímetro
pH	indicador ambiental clássico para caracterização ambiental	pH-mêtro
Cor	indicador ambiental clássico para caracterização ambiental	Comparação colorimétrica em tubos de Nessler
Transparência	indicador ambiental clássico para caracterização ambiental	Dico de secchi
Condutividade	indicador ambiental clássico para caracterização ambiental	Condutimetria
Turbidez	indicador ambiental clássico para caracterização ambiental	Turbidímetro
Sólidos dissolvidos totais (TDS)	indicador ambiental clássico para caracterização ambiental	Potenciometria
Total de Sólidos em Suspensão (TSS) (=material particulado em suspensão)	indicador ambiental clássico para caracterização ambiental	Gravimetria
Nutrientes (nitrito, nitrato e ortofosfato), e nitrogênio amoniacal	indicador ambiental clássico para caracterização ambiental	análises colorimétricas
Nitrogênio total e fósforo total	indicador ambiental clássico para caracterização ambiental	Oxidação com persulfato de potássio e colorimetria
Sulfato	indicador ambiental clássico para caracterização ambiental	espectrometria de absorção molecular
Cloreto	Background local para efetuar comparações de monitoramento.	SM 4500 S2-F
Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)	indicador ambiental clássico para caracterização ambiental	Wiinkler/incubação
Pigmentos clorofilianos	indicador ambiental clássico para caracterização ambiental	espectrofluorimetria
Coliformes totais	indicador ambiental clássico para caracterização ambiental	APHA9221 B
Coliformes fecais (termotolerantes)	indicador ambiental clássico para caracterização ambiental	APHA9221 E

Quadro 11.9-3 - Parâmetros Biológicos selecionados para o monitoramento

PARÂMETROS	JUSTIFICATIVA	METODOLOGIA DE ANÁLISE
Fitoplâncton	indicador clássico na avaliação das atividades industriais	microscópio invertido
Zooplâncton	indicador clássico na avaliação das atividades industriais	estereomicroscópio
Perifiton	Indicador de alteração do ambiente aquático	
Organismos Bentônicos (Zoobentos)	indicador clássico na avaliação das atividades industriais	estereomicroscópio
Macrófitas Aquáticas	indicador clássico na avaliação das atividades industriais	Visual e estereomicroscópio

Quadro 11.9-4 - Parâmetros de Sedimento selecionados para o monitoramento

PARÂMETROS	JUSTIFICATIVA	METODOLOGIA DE ANÁLISE
Metais (AS, Cd, Pb, Cr ⁺³ e Cr ⁺⁶ , Cu, Hg, Ni, Zn)	<i>background</i> local para efetuar comparações de monitoramento e possibilitar correlações com a biota (análises estatísticas)	gravimetria
Granulometria	quantificação do total de metais, incluindo os metais dos minerais do sedimento. <i>Background</i> local para efetuar comparações de monitoramento (análises estatísticas)	ICP-OES
Carbono orgânico Total	indicador clássico na avaliação das atividades industriais	combustão catalítica
Fósforo	<i>background</i> local para efetuar comparações futuras (análises estatísticas)	Espectrofotometria
Nitrogênio	<i>background</i> local para efetuar comparações futuras (análises estatísticas)	digestão ácida com catalisador
Matéria Orgânica (MOT)	<i>background</i> local para efetuar comparações futuras (análises estatísticas)	gravimetria e dissolução ácida

11.9.4.1 Metodologias Amostrais

11.9.4.2 Metodologia Amostral Água

As coletas de amostras de água para a análise dos parâmetros físicos, químicos e biológicos serão realizadas com as próprias garrafas de acondicionamento das amostras, que serão abertas a sub-superfície e completadas até o final, sem transbordar, em cada ponto de coleta.

O **Quadro 11.9-5** apresenta um resumo do tratamento das alíquotas para cada parâmetro da água analisado. As análises de pH, oxigênio dissolvido (OD) e temperatura serão amostradas *in situ*.

Quadro 11.9-5 - Tratamento de Aliquotas - Amostras de Água

PARÂMETROS	FRASCARIA	PRESERVAÇÃO/ FIXAÇÃO	CONSERVAÇÃO
Nitrogênio amoniacal	garrafa plástica de 500ml	H ₂ SO ₄ , pH < 2	Refrigeração 4 ± 2 ° C
Nitrogênio total e fósforo total	garrafa plástica de 500ml	sem preservação	Refrigeração 4 ± 2 ° C
Cloreto, nitrato, sólidos em suspensão e TDS	garrafa plástica de 1L	sem preservação	Refrigeração 4 ± 2 ° C
Ortofosfato dissolvido, sulfato, DBO, nitrito e fosfato	garrafa plástica de 1L	sem preservação	Refrigeração 4 ± 2 ° C
Condutividade, turbidez e pH	garrafa plástica de 500ml	sem preservação	Refrigeração 4 ± 2 ° C
Coliformes fecais e estreptococos fecais	garrafa plástica de 100ml (estéril)	Tiosulfato de sódio, 1,8%	Refrigeração 4 ± 2 ° C

11.9.4.3 Metodologia Amostral Plâncton

As amostras de fitoplâncton quantitativas serão coletadas em frascos de 100 mL a uma profundidade de aproximadamente 20 cm, através da sua inserção na coluna d'água com a boca do frasco voltada para baixo. Estas amostras serão fixadas em solução de lugol para posterior análise em laboratório. As amostras qualitativas serão coletadas ao longo de toda a coluna d'água, na margem e especialmente em direção à região central do rio, com uma rede planctônica de abertura de malha de 20µm. O material concentrado pela rede será fixado em solução de Transeau.

As amostras de zooplâncton quantitativas serão coletadas com uma rede de abertura de malha de 50µm através de arrastos verticais variáveis de acordo com a profundidade dos pontos de coleta. As amostras qualitativas também serão coletadas em rede de abertura de malha de 50µm, através de sucessivos arrastos na coluna d'água, especialmente em direção à região central do rio. Para ambas as amostras, o material concentrado nas redes será corado com rosa de bengala e fixado em solução de formol tamponado e açucarado, a uma concentração final de 4%.

O **Quadro 11.9-6** apresenta um resumo das metodologias empregadas no tratamento das sub-amostras de plâncton das amostras a serem coletadas.

Quadro 11.9-6 - Tratamento de Aliquotas - Amostras de Plâncton

PARÂMETROS	FRASCARIA	PRESERVAÇÃO/FIXAÇÃO	CONSERVAÇÃO
Fitoplâncton (quantitativo)	vidro 100ml	lugol	temperatura ambiente
Fitoplâncton (qualitativo)	Rede 20µm (vidro 100ml)	transeau	temperatura ambiente
zooplâncton	Rede 50µm (vidro 100ml)	formaldeído solução final a 4% e rosa de bengala	temperatura ambiente

11.9.4.4 Metodologia Amostral Sedimento

Para as amostras quantitativas de zoobentos será utilizado um corer de acrílico com 8 cm de diâmetro. Cada amostra será composta de 3 corers, retendo-se o sedimento da superfície até 10 cm de profundidade. Será utilizado, quando necessário, também um amostrador tipo Kajak adaptado ao corer para a realização das coletas em local aonde não seja possível a coleta somente com o core.

Todas as amostras serão fixadas com formaldeído tamponado a uma concentração final de 4%. No laboratório as amostras foram lavadas sob água corrente em uma peneira com abertura de 500µm. O material restante será transferido para uma bandeja transluminada, de onde serão removidos os organismos e transferidos para álcool a 70%. Posteriormente, todos os indivíduos serão identificados e quantificados (no caso das amostras quantitativas) sob microscópio estereoscópico.

Para a coleta de metais, carbono, nitrogênio e fósforo (CNP) e granulometria, será utilizado um corer de acrílico com 8 cm de diâmetro. Cada amostra será composta de 1 corer, retendo-se o sedimento da superfície até 10 cm de profundidade, sendo amostrado somente a superfície para as análises de metais, CNP, matéria orgânica e granulometria.

O **Quadro 11.9-7** a seguir apresenta um resumo das metodologias empregadas no tratamento das sub-amostras de sedimento das amostras coletadas.

Quadro 11.9-7 - Tratamento de Alíquotas - Amostras de Sedimento

PARÂMETROS	FRASCARIA	PRESERVAÇÃO/FIXAÇÃO	CONSERVAÇÃO
Zoobentos	pote plástico	formaldeído solução final a 4%	temperatura ambiente
Metais (AS, Cd, Pb, Cr, Cu, Hg, Ni, Zn)	pote de vidro	sem preservação	refrigeração 4 ± 2 °
Nitrogênio	pote plástico	sem preservação	refrigeração 4 ± 2 °
Fósforo	pote plástico	sem preservação	refrigeração 4 ± 2 °
Carbono Orgânico Total (COT)	pote plástico	Sem preservação	refrigeração 4 ± 2 °
Matéria Orgânica (MOT)	pote plástico	sem preservação	congelamento
Granulometria	saco plástico	Sem preservação	refrigeração 4 ± 2 °

11.9.4.5 Metodologia Amostral Macrófitas Aquáticas

Na porção jusante da UHE Santo Antônio do Jari a zona de remanso abrangerá área de florestas de encostas, adaptadas a solos bem drenados, enquanto na porção montante, esta zona será formada pela atual vegetação ribeirinha, a qual suporta inundações periódicas e, muitas vezes,

suas espécies dependem desse ciclo para suas funções biológicas. No entanto, em geral, esses eventos naturais apresentam curta duração. No caso da formação do reservatório, o tempo de inundação será maior, podendo, por este motivo, ocorrerem mudanças nessa comunidade vegetal, podendo favorecer algumas espécies.

No caso da porção do rio entre o eixo e a casa de força o efeito será o contrário. Haverá uma redução no volume de água, podendo, por este motivo, alterar a comunidade ribeirinha, em especial as plantas herbáceas existentes sobre as rochas da cachoeira.

Em se mantendo essa vegetação isenta de supressão, ela se constituirá em abrigos e na oferta de alimentos para aves e peixes. O monitoramento irá indicar aquelas espécies que suportam tal alteração no regime hídrico e aquelas que apresentarão mortalidade. Em caso de elevada taxa de mortalidade deverá ser avaliada a necessidade de retirada dos troncos mortos.

Cada agrupamento populacional com mais de 10 m² deverá ser cadastrado, tendo anotada sua espécie, sua posição em relação à margem e suas coordenadas geográficas. Os agrupamentos deverão ser categorizados em termos de seu tamanho, quanto a pequeno (até 20 m²), médio (entre 20 m² e 100 m²) e grande (acima de 100 m²). Não há necessidade de se medir precisamente esses agrupamentos, basta uma estimativa do tamanho. A ocorrência de indivíduos isolados também deverá ser classificada em rara, presente e freqüente.

A necessidade de se tomar alguma providência em relação ao controle da(s) população(ões) de macrófita deverá ser fundamentada em estudos técnicos, validadas pelo técnico responsável pela análise. Apenas quando houver proliferação excessiva de espécies indesejáveis será necessária a tomada de decisão quanto ao controle das macrófitas, pois, nessas circunstâncias, há possibilidade dessas plantas se expandirem por uma área maior.

11.9.5 Interface com Outros Programas

Este Programa tem interface direta com os Programas de Monitoramento e Resgate da Ictiofauna.

11.9.6 Responsável pela Execução do Programa

O responsável pela implantação do Programa é o Empreendedor, devendo para tanto realizar análises em laboratório com licenciamento compatível, bem como contratação de empresa certificada para a coleta das amostras necessárias.

11.9.7 Cronograma

O monitoramento limnológico e de macrófitas aquáticas terá a primeira campanha realizada 30 dias antes do início das obras. As frequências das amostragens serão trimestrais, distribuídas ao longo da fase de implantação do empreendimento e pelo menos 3 anos após o início da operação, quando o mesmo deverá ser revisto.